

PCT/JP 99/05395  
30.09.99

JP 99/05395

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 22 NOV 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 3月10日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第062872号

出 願 人  
Applicant(s):

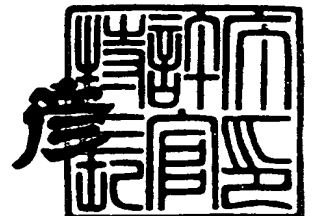
東レ株式会社

PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年11月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3075883

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 45C01941-A  
 【提出日】 平成11年 3月10日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 B65D 88/12

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県伊予郡松前町大字筒井 1 5 1 5 番地 東レ株式会社  
 社愛媛工場内

【氏名】 吉岡 健一

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県伊予郡松前町大字筒井 1 5 1 5 番地 東レ株式会社  
 社愛媛工場内

【氏名】 北野 彰彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県伊予郡松前町大字筒井 1 5 1 5 番地 東レ株式会社  
 社愛媛工場内

【氏名】 関戸 俊英

【特許出願人】

【識別番号】 000003159

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 2 番 1 号

【氏名又は名称】 東レ株式会社

【代表者】 平井 克彦

【電話番号】 03-3245-5648

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第277641号

【出願日】 平成10年 9月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005186

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

---

【書類名】 明細書

【発明の名称】 中空 F R P 構造体およびその製造方法ならびに成形用中子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空 F R P 構造体であって、構造体形状が非回転体形状であることを特徴とする中空 F R P 構造体。

【請求項 2】 全体が実質的に一体成形されていることを特徴とする請求項 1 記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 3】 開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空 F R P 構造体であって、内面にリブを有することを特徴とする中空 F R P 構造体。

【請求項 4】 開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空 F R P 構造体であって、開口部が少なくとも 3 つあることを特徴とする中空 F R P 構造体。

【請求項 5】 内部空間を含む断面内で、実質的に内部空間の 2 周以上にわたって連続して延びる強化繊維を有しないことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 6】 周方向全長に亘って一体成形されている部分を有する請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 7】 輸送機器用構造体であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 8】 容器用構造体であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 9】 内面の少なくとも一部に内貼り材が設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 1 0】 内貼り材が F R P に一体化されていることを特徴とする請求項 9 記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 1 1】 内貼り材に樹脂溝を有することを特徴とする請求項 9 記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 1 2】 中子の外面に、一部または全部が強化繊維からなる基材を

配し、樹脂を注入して基材中に拡散させることを特徴とする、中空FRP構造体の製造方法。

【請求項13】 中子の外面に、一部または全部が強化繊維からなる基材を配し、樹脂を注入して基材中に拡散させることを特徴とする、請求項1～11のいずれかに記載の中空FRP構造体を製造する方法。

【請求項14】 外面に溝を有することを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項15】 中空であることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項16】 木質材からなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項17】 プラスチックからなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項18】 発泡材からなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項19】 低融点合金からなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項20】 水溶性ポリマーからなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項21】 ワックスからなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項22】 ガラスからなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項23】 石膏からなることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子。

【請求項24】 請求項14～23のいずれかに記載の中子を用いて成形された中空FRP構造体。

【請求項25】 請求項14～23のいずれかに記載の中子を用いて成形された請求項1～11のいずれかに記載の中空FRP構造体。

【請求項 2 6】 請求項 1 4 ~ 2 3 のいずれかに記載の中子を用いて中空 F R P 構造体を製造する方法。

【請求項 2 7】 請求項 1 4 ~ 2 3 のいずれかに記載の中子を用いる、請求項 1 2 または 1 3 に記載の中空 F R P 構造体の製造方法。

【請求項 2 8】 該内貼り材が中子であることを特徴とする請求項 9 または 1 0 に記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 2 9】 中子と F R P との間にフィルムが存在することを特徴とする請求項 2 8 記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 3 0】 中子に離型用のフィルムを被覆して成形することを特徴とする、中空 F R P 構造体の製造方法。

【請求項 3 1】 中子に離型用のフィルムを被覆して成形することを特徴とする、請求項 2 6 または 2 7 に記載の中空 F R P 構造体の製造方法。

【請求項 3 2】 F R P の外側に外型を使うことを特徴とする、請求項 1 2 、 1 3 、 2 6 、 2 7 、 3 0 、 3 1 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体の製造方法。

【請求項 3 3】 強化繊維からなる基材を配する際に、基材保持材を使用することを特徴とする、請求項 1 2 、 1 3 、 2 6 、 2 7 、 3 0 、 3 1 、 3 2 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体の製造方法。

【請求項 3 4】 ブロー成形によって中空体に成形されることを特徴とする、請求項 1 7 または 2 0 に記載の中空 F R P 構造体成形用の中子。

【請求項 3 5】 F R P の内部のボイド量が体積率で 2 % 以下であることを特徴とする、請求項 1 ~ 1 1 、 2 4 、 2 5 、 2 8 、 2 9 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 3 6】 F R P の外面に被覆層が一体に形成されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 1 1 、 2 4 、 2 5 、 2 8 、 2 9 、 3 5 のいずれかに記載の中空 F R P 構造体。

【請求項 3 7】 被覆層がゲルコート層であることを特徴とする請求項 3 6 の中空 F R P 構造体。

【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、中空 F R P 構造体およびその製造方法ならびに成形用中子に関し、特に、内部の大きさに対して開口部が比較的小さく、航空機や自動車等の輸送機器や、容器などとして好適に用いられる、軽量、高強度の中空 F R P 構造体およびそれを効率よく製造する方法ならびにその製造に適した成形用中子に関する。

## 【0 0 0 2】

## 【従来の技術】

自動車や航空機等の輸送機器、気体や液体等を貯蔵あるいは搬送するための容器、ゴルフシャフトや釣り竿等のスポーツ用品、耐震補強材等の建設構造体など、軽量、高強度が要求される構造体として、F R P 構造体が注目されている。

## 【0 0 0 3】

これらのうち、たとえば圧力容器としては、開口部が比較的小さい中空 F R P 構造体が好適に用いられる。このような中空 F R P 構造体は、回転するライナーに、樹脂を含浸した強化繊維束を巻き付けた後に硬化させる、いわゆるフィラメントワインディング法で製造されるのが通常である。

## 【0 0 0 4】

ところが、フィラメントワインディング法で製造される中空 F R P 構造体は、回転軸に垂直な断面での内外形がともに実質的に円形である回転体形状に限定される。すなわち、開口部が内部の幅（径）に比べて小さい中空 F R P 構造体としては回転体形状のものしか知られていなかった。

## 【0 0 0 5】

輸送機器や、ガソリントankの容器などは軽量の中空構造体であることが好ましいが、回転体形状しかとれないとなると、内部空間が思うように効率的に取れなかったり、形状に大きく依存する空力抵抗などを適正化することができないなどの問題、さらには、デザイン上の問題もあり、従来から知られている回転体形状の中空 F R P 構造体をそのまま使うことは困難であった。

## 【0 0 0 6】

非中空の F R P 構造材や、開口部が比較的大きな中空 F R P 構造材を複数接合

すれば、やや複雑な形状の中空構造体が製造可能ではあるが、この場合接合部での強度や弾性率が低くなったり、複合ジグ等による重量増を招くなど、軽量かつ高強度、高剛性というFRPの特徴が損なわれやすい。また、接合した部材では、接合面は機械加工され、機械加工面からクラックや剥離が発生して耐久性が低下するという問題、さらには、接合に要する工数がコストの増大を招くという問題もある。

#### 【0007】

すなわち、従来の中空FRP構造体においては、その形状上の制限等から、輸送機器や各種形状の容器などとして好適に使用することは困難な場合が多かった。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、上述のような従来の中空FRP構造体の問題を解決し、輸送機器や各種形状の容器などとして好適に使用できる構造を有し、軽量かつ高強度、高弾性率というFRPの特徴を最大限活かすことのできる中空FRP構造体、およびその製造方法、ならびに製造に用いる成形用中子を提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の中空FRP構造体は、開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空FRP構造体であって、構造体形状が非回転体形状であることを特徴とするものからなる。この中空FRP構造体においては、全体が実質的に一体成形されていることが好ましい。

#### 【0010】

また、本発明に係る中空FRP構造体は、開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空FRP構造体であって、内面にリブを有することを特徴とするものからなる。

#### 【0011】

また、本発明に係る中空FRP構造体は、開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空FRP構造体であって、開口部が少なくとも3つあることを特



徴とするものからなる。

【0012】

上記のような中空FRP構造体においては、内部空間を含む断面内で、実質的に内部空間の2周以上にわたって連続して延びる強化繊維を有しないことが好ましい。また、中空FRP構造体の周方向全長に亘って一体成形されている部分を有することが好ましい。この周方向全長に亘って一体成形されている部分は、同一断面内に形成されていなくてもよく、たとえば、周方向にジグザグにあるいは曲がりくねりながら、周方向全長に亘って延びている部分に形成されてもよい。

【0013】

このような中空FRP構造体は、たとえば、輸送機器用構造体（たとえば、航空機や自動車）や容器用構造体などとして特に好適である。

【0014】

また、中空FRP構造体は、内面の少なくとも一部に内貼り材が設けられている構造としてもよい。この内貼り材はFRPに一体化されている構造とすることもできる。

【0015】

本発明に係る中空FRP構造体の製造方法の一つは、中子の外面に、一部または全部が強化繊維からなる基材を配し、樹脂を注入して基材中に拡散させることを特徴とする方法からなる。

【0016】

この中空FRP構造体の製造方法は、上述した本発明に係る中空FRP構造体を製造する場合に適用できる。

【0017】

本発明に係る中空FRP構造体の成形用中子は、各種の形態を採り得る。たとえば、外面に溝を有することを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子、中空であることを特徴とする中空FRP構造体成形用の中子などである。

【0018】

また、成形用中子の材質としても、各種のものを採り得る。たとえば、木質材からなるもの、プラスチックからなるもの、発泡材からなるもの、低融点合金か

らなるもの、水溶性ポリマーからなるもの、ワックスからなるもの、ガラスからなるもの、石膏からなるもの、などである。プラスチックや水溶性ポリマーからなる場合には、中子を、ブロー成形によって中空体に成形することができる。

【0019】

このような中子を用いて中空FRP構造体が成形され、とくに前述したような本発明に係る中空FRP構造体が効率良く製造される。中子は、中空FRP構造体の成形後に、該中空FRP構造体の内部に該中空FRP構造体と一体的に残しておいてもよく、離型させて、あるいは、消失させて取り除いてもよい。また、このような中子を前述の内貼り材として使用することも可能である。この場合、中子とFRPとの間にフィルムを存在させておくこともできる。

【0020】

また、本発明に係る中空FRP構造体の製造方法は、中子にフィルム状物を被覆して成形することを特徴とする方法からなる。この方法は上述のいずれの製造方法にも適用できる。

【0021】

また、中空FRP構造体の成形に際し、FRPの外側に外型を使うこともできる。さらに、強化繊維からなる基材を配する際に、基材保持材を使用することもできる。

【0022】

本発明の中空FRP構造体においては、FRPの内部のボイド量が体積率で2%以下であることが好ましい。また、FRPの外面に被覆層が一体に形成されている構成とすることもできる。被覆層としては、たとえば、ゲルコート層に構成できる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の中空FRP構造体およびその製造方法ならびに成形用中子について、望ましい実施の形態とともに詳細に説明する。

【0024】

本発明に係るFRP構造体は、中空形状をなす。中空形状とは、殻形状、鼓形

状、筒形状のような、実質的に内部空間を有する形状であり、内部空間と外部空間は1カ所以上の開口部で繋がっている。開口部は、人が出入りしたり、荷物を出し入れしたり、穀物や液体、気体などを内部に収納するための出入口などに利用することができる。

#### 【0025】

本発明の中空FRP構造体の一つ特徴は、開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を持つ中空形状を有することである。

#### 【0026】

開口部の最大幅とは、開口部の差し渡し長さのうち最大のものである。たとえば開口部が円形の場合にはその直径が、開口部が楕円形の場合にはその長径が、また開口部が長方形の場合にはその対角線長さが、それぞれ開口部の最大幅に相当する。開口部が曲面をなす場合には、開口部の縁上の任意の2点間の直線距離のうち最大のものを最大幅とする。

#### 【0027】

内部最大幅とは、内部空間の最大差し渡し長さであるが、この際、長さを測定する方向は、開口部面と平行な面内における方向とし、その平行な面内における最大長さを内部最大幅とする。

#### 【0028】

なお、開口部を2カ所以上有する場合、本発明のうちこの中空FRP構造体は、すべての開口部について上記の通り開口部の最大幅よりも内部最大幅が大きい。

#### 【0029】

また、開口部の最大幅に対する内部最大幅の比率は1.1～100であることが好ましい。比率が1.2～50がより好ましい。この範囲の下限值よりも小さい場合、内部空間が十分ではなく、上限値よりも大きいと容器などの場合内部の洗浄に手間取るからである。

#### 【0030】

このような形状上の特徴により、開口部の大きさに対して比較的大きな内部空間を得ることができる。一方、内部空間を満たす物体を分割や変形をさせずに開

口部から取り出すことがほとんど不可能な形状でもある。

【 0 0 3 1 】

本発明における非回転体形状には左右対称、上下対称のものが含まれる。非回転形状とは、回転体形状以外のすべての立体形状を言う。回転体形状とは、実質的に、平面図形を回転させた際の軌跡によって得られる立体形状を指し、球、回転楕円体、円錐、円筒、多段テーパ円筒などを含む。尚、本発明における非回転体形状としては、特に対称軸を有する形状を好適な対象としている。

【 0 0 3 2 】

非回転体形状であることにより、本発明の中空 F R P 構造体は、輸送機器、各種容器などの多様な用途に適用可能である。輸送機器とは、航空機、飛行機、ヘリコプターなどの飛翔体、自動車、バス、トラック、単車、自転車、あるいは、客船、帆船、モーターボート、レジャーボートなどの船舶、客車、高速列車などの鉄道車両、その他流通機器などである。後述するように、本発明の中空 F R P 構造体は機械的特性に優れるため、特に、数メートル以上の大型構造体に適している。

【 0 0 3 3 】

なお、本発明における中空 F R P 構造体とは、その主要構成部が、接合部を有さず、実質的に一体に形成されているものを指し、リベット、ボルト等により接合されてなるものを含まない。実質的に一体となっているため、接合部を有するもののよう繊維が切断されておらず、強度が高いため薄肉化できて、生産性が高く、軽量化および低コスト化が可能である。特に、数メートル以上の大型構造体では自重による負荷荷重が大きく、接合部があることで構造体の大きさに限界が生じるが、一体化することで薄肉でありながら、より大きな構造体が可能となる。ただし、付属物などが、接合や締結により付加されていることは差し支えない。

【 0 0 3 4 】

また、一体化されていることで、周方向全長に亘って接合部がない部分があることから、中空でありながら、極めて高い強度、剛性が発現し、信頼性の高い構造体となる。かかる効果が確実に発現されるためには、輸送機器用構造体または

容器用構造体の全長の20%以上が、一体の中空FRP構造体により構成されていることが好ましく、全長の30%以上がより好ましい。もちろん、理想的には、輸送機器用構造体または容器用構造体の全長に渡って、当該中空FRP構造体により構成されていることである。なお、周方向全長に亘って接合部がない部分には、周方向に直線的に延びる部分、曲線的に延びる部分のいずれを含んでいても差し支えない。勿論、中空構造体の内面や外面に平面、曲面、あるいは突起を有していてもよい。

#### 【0035】

また、実質的に一体構造であるため、接合構造のように、材料の使用量を多く（肉厚を大きく）して補強する必要がなく、構造体を分割しすぎて補強部が多くなり、複合材料本来の軽量という特徴が失われるという問題もない。さらには、接合部の強度を保証するための、クライテリア（品質管理・検査）などが不要であるという極めて低コストな構造体である。なお、ここでいう接合部とは構造体形成のための接合であり、単に、アクセサリ（例えばドア取り付け用のちょう番等）をボルト接合等で取り付けることを含まない。また、金属やプラスチック等からなるアクセサリ接合用のジグ（ピンやネジ、板やブロックなど）をインサート成形して一体化しておくことも好ましい。

#### 【0036】

また、接合部が無い他の効果は、構造体の表面が平滑で凹凸が少ないため、表面塗装が容易になる。また、空力抵抗が向上し、燃費の節約ができる。また、接合部からの振動や異音が発生するという問題、接合部に水分が溜まって劣化を引き起こすという問題、接合部からの亀裂の発生による寿命の低下などの問題がない。さらに、接合部を有する場合のように機械加工された端面がないことから、端面固有の諸問題、たとえば、端面からの剥離、端面からの樹脂内クラック（90度クラック〔トランバースクラックともいう。〕）などの問題がない。

#### 【0037】

構造体の強化繊維としては、炭素繊維、ガラス繊維といった無機繊維、およびアラミド繊維、ポリエチレン繊維、PBO（ポリベンゾオキサゾール）繊維、ポリアミド繊維などの有機繊維など、公知の強化繊維を使用することができるが、

軽量かつ高強度、高剛性という点から、炭素繊維を用いることが好ましい。なかでも、引張弾性率 200 GPa 以上の炭素繊維、引張強度 4 GPa 以上の炭素繊維が好ましい。衝突の可能性のある輸送機器においては、耐衝撃性能に優れる伸度が 2 % 以上の炭素繊維を使用することが好ましい。炭素繊維の弾性率と強度は JIS-R7601 により測定でき、伸度は強度を弾性率で除して求めることができる。

## 【0038】

また、接合部が無い場合の他の効果は、低コストである。分割成形した構造体を組み立てる場合は、組立精度を確保するために、位置決めのための装置や工程・作業が複雑であり、このためのコストが膨大となるが、一体成形することで、組立作業、そのための装置が不要となり、構造体が複雑、大型になるほど経済メリットが生じる。

## 【0039】

なお、構造体がねじりを受ける場合、強化繊維のねじり弾性率は 5 ~ 30 GPa の範囲内であることが好ましい。繊維のねじり弾性率は特開平 1-124629 号公報に開示された方法により測定できる。

## 【0040】

また、中空 FRP 構造体の熱変形量を小さくして、開口部での隙間の発生を抑えるために、強化繊維の熱膨張係数は  $-0.1 \times 10^{-6} \sim 30 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  の範囲内であることが好ましい。

## 【0041】

また、特公平 1-272867 号公報に示されている測定方法で得られるストランドの毛羽が 30 個 / m 以下であることが、信頼性の高い構造体 that 得られるので好ましい。毛羽がこれ以上であると、後述する成形中などで糸切れが発生する可能性があるからである。

## 【0042】

ガラス繊維も、絶縁性、耐衝撃性、経済性という点で好ましい。有機繊維も絶縁性を付与する場合には好ましい。

## 【0043】

中空FRP構造体が輸送機器の場合には、屋外に晒されることが多いため、雨や紫外線の影響、落雷の可能性があり、耐環境性に優れる上記の炭素繊維と、絶縁性に優れるガラス繊維または有機繊維を併用したいいわゆるハイブリッド繊維とすることが好ましい。ハイブリッドの形態としては、異なる繊維同士が単糸レベルで交絡しているものから、層状、面状に分布しているものまでを含む。また、カバリング糸のように、ストランド状に分布しているものも勿論含まれる。

## 【0044】

中空FRP構造体が容器の場合には、内部に穀物などの固体、ガソリンなどの液体、各種ガスなどの気体を貯蔵するので、水分吸収の少ない炭素繊維、または／および耐ガス腐食性の高いガラス繊維が好ましい。

## 【0045】

強化繊維の形態は、一方向引き揃え体、織物、マットなどを単独あるいは混合して使用することができるが、連続繊維の形態であることが、構造体の特性上好ましい。特に、構造体の長手方向全体にわたって連続した強化繊維を有することが最も好ましい。上記した伸度2%以上の繊維を使用した織物は、耐衝撃性に優れているため好ましい。ガラス織物は、異方性が小さく、応力集中を緩和させることができるので、開口部や孔部、スリット部などの応力集中部分に適している。

## 【0046】

また、生産性を向上させるためには、単糸が24,000本～200,000本を一束としたいいわゆる太物強化繊維束を用いることが好ましい。

## 【0047】

強化繊維の体積含有率は、35%～70%の範囲内であることが好ましい。この範囲より体積含有率が低いと構造体の強度などの特性が低下する傾向があり、逆に高すぎると樹脂の含浸等に困難性を生じ、コストの増大等の問題を生じることがある。前述の炭素繊維は、強化繊維に占める割合は、体積含有率で5～100%であることが好ましい。なお、体積含有率はJIS-K7052またはJIS-K7075に規定の方法により測定できる。

## 【0048】

F R P を構成するマトリックス樹脂としては、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、変性エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂や、ポリアミド樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、A B S 樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリ-4-メチルペンテン-1 樹脂、ポリプロピレン樹脂等の熱可塑性樹脂、ゴム材などを用いることができる。このうち、機械物性を向上させるという観点からは、補強繊維との接着が良好なエポキシ樹脂が好ましい。また、耐衝撃性を向上させるという観点からは、ナイロン等の熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂を熱可塑性樹脂やゴムで変性した変性エポキシ樹脂が好ましい。

## 【0049】

なお、本発明における基材中には、高分子材料、セラミック材料、あるいは金属材料からなる軽量発泡材、ハニカム材、粉体、粒子状物、シート状物などを、必要に応じて強化繊維の間および／または片面に挿入させておいても差し支えない。

## 【0050】

本発明の中空 F R P 構造体は、例えば、中子の外側に上記した補強繊維からなる基材を積層あるいは、巻き付けるなどして形成し、その後、樹脂を基材に注入、硬化させる、レジントランスファー法により、高性能かつ低コストに製造することができる。

## 【0051】

中子は、木質材、プラスチック、発泡材、低融点合金、水溶性ポリマー、ワックス、ガラス、石膏、ゴム、セラミック、紙、粘土、氷などさまざまな材料から構成でき、目的とする中空 F R P 構造体に近い形状を有しており、硬化または、半硬化状態に至るまでの基材を 3 次元的に保持する役割を果たすもので、樹脂が硬化または、半硬化した後には取り除くことが可能である。ただし、中子を成形後にもそのまま中空 F R P 構造体と一体に残すこともできる。

## 【0052】

中子は、中空であっても中実であってもかまわないが、中空である方が、軽量となるので好ましい。中子が軽量であると、成形時に移動させるなど取扱い性に



優れ、省労力、安全となる。また、中子をFRP構造体に残留させた場合でも、内部空間を大きく確保することができる。さらに、中子の材料使用量も少ないので、経済性上も好ましい。

#### 【0053】

中空FRP構造体を構成する基材と樹脂は、前記した強化繊維と樹脂からなるが、樹脂を注入する際には、中子と強化繊維基材をバッグフィルムで覆い、バッグ内を減圧した後に樹脂を注入するいわゆる真空バッグ法を採用することも好ましい。また、前述したように、中子と強化繊維基材との間にフィルム状物を挿入して、後述する外型とフィルム状物との間を減圧した後に樹脂を注入する真空バッグ法を採用することも好ましい。この場合、フィルム状物は伸縮材であることが好ましい。伸縮性を有することで成形体の内部構造が突起を有するなどして複雑形状である場合でも中子と基材の間において突起部分を著しく変形させずに成形することができるからである。フィルム状物は中子とは別製造したゴムなどの高分子材料からなる伸縮材であっても、分割あるいは一体中子の外面にコーティング等して形成された伸縮材であっても差し支えない。さらに、伸縮材は、外型との間で真空を確保するだけでなく、中子の変形の微妙なズレにより生じる内貼材などの突起部分のコーナー部での樹脂溜まりを抑制したり、上述のインサート物などの変形や移動を低減する働きを持たせることもできる。成形体の形状を害しないために、フィルム状物の好ましい厚みは0.1mm～2mm程度である。また、伸縮材の伸びは3%以上であることが好ましい。

#### 【0054】

尚、バッグ内に、必要に応じて樹脂の拡散をさらに効率的に行うための媒体、例えば、プラスチックからなるネット、メッシュ、中空管、U字管、スリット管、マットなどを配置してもよい。

#### 【0055】

また、中子表面には、深さが数mmから数cmの溝が形成されていることが好ましい。具体的は、深さが1mmから5cmの範囲内であり、溝の間隔は5mmから90cm程度が好ましい。また、溝同士は相互に交叉していても、平行に形成されていてもかまわない。このような溝は、樹脂注入時の樹脂の流れる経路と

なる。真空引きした場合のバッグ内空気の流路となり、基材中から空気がとり除かれ、樹脂が基材中に限なく行きわたる（強化繊維の単糸を取り囲む）ことから、ボイド量の少ない、機械的特性に優れた信頼性の高い成形物が得られるからである。

#### 【0056】

なお、中空FRP構造体におけるボイドの量は、体積率で2%以下、より好ましくは1.5%以下であることが好ましい。ボイド率は比重から求めることができるが、その他の方法として、成形体の任意断面をサンドペーパー（＃1000番以上の細かなもの）およびバフ研磨（研磨粉の粒径は5 $\mu$ m以下）で繊維が露出するまで研磨し、光学顕微鏡にて500倍に拡大した、ボイドの面積から求めることができる。この際、観察する面積は50mm<sup>2</sup>以上とすることで、より正確なボイド率を測定することができる。

#### 【0057】

このようにして成形された中空FRP成形物においては、FRPの内面に中子の溝に相当するリブが形成されることから、剛性が高くなり、より安定した構造体となる。特に、大面積の面板部分では、リブにより座屈しにくくなり、輸送機器用構造体などで特に好ましい。

#### 【0058】

なお、中空FRP構造体の剛性向上に関連して、中空FRP構造体の内部には、内貼り材を設けることが好ましい。特に、開口部が3つ以上の輸送機器用構造体においては、内貼り材は極めて有効である。内貼り材としては、強化繊維を含むポリマーやセラミックの吹き付け材、ゲルコート、フェノールなどの面板、チタン合金、アルミニウム合金、マグネシウム合金等の軽金属の板や棒材、各種フォーム材や、これら2種以上の材料を組み合わせたものを使用できる。内貼り材は、中空FRP構造体内面全てに存在する必要はなく、開口部の周り、広い曲面や平面部の中央を含む部分など、局所的に設けられていても差し支えない。内貼り材は、中空FRP構造体とは別成形されたFRP製あるいは金属製などのスティフナー、スパー、ストリンガーなどであってもよいし、中空FRP構造体と一体成形されたスティフナー、スパー、ストリンガーなどであっても差し支えない。

。尚、ステイフナー、スパー、ストリンガーとは、桁、筋、骨、フレーム、補強材などと称される。

#### 【0059】

内貼材の断面形状としては、丸断面、コの字型、口の字型、ハット型、T字型、I字型、Z字型、S字型等があり、中空であるコの字型やハット型が剛性向上好ましく、さらに中空部にフォーム材などの軽量材を挿入するとさらに好ましい（図9参照）。図9においては、溝91を有しているが、無くとも構わない。また、当該溝内部は内貼り材と同じあるいは異なる樹脂で満たされていると、剛性等が向上して好ましい。あるいは、空洞であれば、軽量化して好ましいし、冷暖房用の流体を循環させたり、燃料や潤滑油などの流路に用いたり、配線の通路などのようにも充てることができて好ましい。尚、FRP製の内貼材においては、剛性向上のために、一方向に配列している補強繊維を有することが好ましい。

#### 【0060】

また、前記軽量材に溝を設けて樹脂含浸をより効果的に行うことも好ましい実施態様である。具体的な軽量材としては、ウレタンフォーム、ポリスチレンフォーム、ポリエチレンフォーム、ポリプロピレンフォーム、フェノールフォーム、ユリアフォーム、ポリ塩化ビニルフォーム、シリコンフォーム、エポキシフォーム、ポリイミドフォーム、ポリエステルフォーム、メラミンフォームなどの軽量フォーム材のことで、見掛け比重が0.02～0.9程度のものをさす。中でも、ポリイミドフォームは難燃性を厳しく要求される輸送機器構造体には好ましい。また、バルサ材などの木質材も剪断剛性率が高く、剪断座屈しにくいので好ましい。前記の樹脂含浸のための軽量材の溝は、樹脂が満たされた態様の図9の溝91を兼ねていても良いし、異なっても良い。

#### 【0061】

内貼り材の種類を適切に選択することで、断熱性、振動減衰性、防音性、耐衝撃性などの構造体としての特性を向上させることが可能である。

#### 【0062】

上記中空FRP構造体の製造時においては、基材の外側に2つ以上に分割された外型で挟んで圧力をかけることも好ましい。外型は、直接、あるいはバッグフ

イルム、ラバーやエアー Cushion 等の緩衝層等を介して間接的に接しても差し支えない。最も好ましい圧力は、 $1 \text{ kg/cm}^2 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$  の範囲内である。外圧が作用することで樹脂中にとけ込む気体の溶解度が向上し、結果として FRP 成形物のボイドが減少し、構造体の機械的特性が向上する。外型が金属製など高剛性材料であると、挟み込み力を大きくできる。また、外型の内面を精度良く仕上げておくことで、中空 FRP 構造体の表面をより平滑に仕上げることができる。平滑に仕上げることで、従来必要であった表面の機械加工が不要となり、低コストで製造できる。平滑な表面は、輸送機器において空気抵抗を低減させ、燃費を向上させるばかりか、風切り音などの騒音・異音を低減する。また、雨が降った場合などにも、水滴が流れるという利点がある。さらに、平滑であることから、塗装を施すことが容易となる。

#### 【0063】

外型を用いて成形する場合、減圧のための吸気口と樹脂注入口は、外型、中子のいずれ側に設けても良い。外型に設けると作業性に優れ、一方中子に設けると成形材外面に痕跡を残さずにすむという特徴があるので、適宜選択すればよい。また、型やジグの構成を工夫することにより、外型、中子以外の部分に設けることが可能な場合もある。

#### 【0064】

尚、外型の材料としては、耐熱性や高精度が必要な場合は、金属材料やセラミック材料が、軽量性、経済性が必要な場合は FRP、木質材が好ましい。

#### 【0065】

また、外型の分割数は2分割以上であるが、中子が突起箇所を有するなど複雑形状になるほど分割数を多くして、外型の脱着を容易にすることができる。経済性とのバランスを考慮すると分割数は3～8程度が最もこのましい。

#### 【0066】

さらに、外型を加熱する方法としては、外型に発熱体を挿入する、熱媒を流すなどの直接加熱法、外型の外部表面近傍に赤外線ヒータなどの発熱体を設置して間接的に加熱する方法がある。外型が金属製の場合には、外型に通電して発熱させることも可能である。直接加熱は、樹脂の硬化時間を短くでき、成形サイクル

が短くなるので経済性上好ましい。また、最高到達温度を高くできるという硬化もある。間接加熱は、外型を簡易、軽量にすることが必要な場合に有効である。外型の厚みが2mmから300mm程度であると間接加熱に適している。

## 【0067】

また、FRPの外面に被覆層が一体に形成されている構造とすることもできる。たとえば、より平滑な表面を得るためには、型の内側にゲルコートを施し、ゲルコートとFRPを一体成形させることも好ましい。ゲルコートとしては、エポキシゲルコート、ポリスチレンゲルコート、ウレタンゲルコートなど公知のあらゆるものが使用できるが、FRPと同種の樹脂、あるいは線膨張係数の近い材料であることがより好ましい。温度差により生じる熱応力が剥離を発生させることがあるからである。ゲルコートは構造体ではないから、厚みは0.1mmから数mmであることが好ましい。本範囲内で、軽量性を損なわず、表面の平滑性が保持されるからである。

## 【0068】

中子の外面に基材を配置する際の作業性を向上させたり、外型との密着性を図るために、中子に外向きに広がる力、例えば内圧を付与することも有効である。この際、圧縮空気等の気体によって内圧を付与してもよいし、必要に応じて水等の非圧縮性の加圧媒体を使用してもよい。また、製造工程中において内圧は、適当に圧力制御することも有効である。たとえば、基材を配置する際には作業性を優先して圧力を低くしておき、配置後に加圧して中子を膨張させ、基材の強化繊維の弛みを取り除くといった制御が可能である。

## 【0069】

また、中子の材料によっては、同様の制御を熱によって行うことも可能である。すなわち、中子を加熱して熱膨張させることにより、加圧と同様の効果を得ることができる。

## 【0070】

また、中子が磁性体あるいは、磁石を含む場合、磁場を与えて中子を膨張変形させることも可能である。非接触で、かつ磁場の大きさを制御することで容易に中子の変形量を調節することが可能となり、構造体の精度を向上させることがで

きる。代表的な磁性体とは、フェライト、パーマロイ、ニッケル合金、鉄等の金属材料で、中でも超パーマロイ、スーパーマロイ等のモリブデン、マンガン、クロムを含有する強磁性体、マンガン-亜鉛フェライト、ニッケル-亜鉛フェライト、マグネシウム-マンガンフェライト等の強磁性体の中子を変形させる際に大きな力を発生させることができて好ましい。

#### 【0071】

磁場の与え方としては、永久磁石を使用する、電磁石を使用する、超伝導磁石を利用する、およびこれらを併用する等のやり方がある。磁場の強さは、必ずしも均一である必要はなく、局所的に中子を変形させたい場合には、局所的に磁場を大きくしたり、中子の局所に磁石や磁性体を存在させておいても差し支えない。

磁場の方向をダイナミックに制御して、中子の変形をダイナミックにすることも可能である。さらに、電磁誘導により生じる誘導電流を利用して中子を発熱させることも可能である。中子が発熱することで、中子を全体あるいは局所的に熱変形させることができるし、さらに発熱により基材中の樹脂を全体あるいは局所的に硬化させることも可能である。

#### 【0072】

また、傘骨のような組立式あるいは、伸縮式の補強骨を挿入して剛性を向上させ、半硬化状態の基材の固定及び補強繊維の巻き付けをし易くすることもできる。

#### 【0073】

中子がプラスチックなど気密性のある材質やFRPからなる場合には、内圧は中子に直接付与しても差し支えないが、木質材や金属材などからなるブロック状物および／または板状物を組み合わせた分割中子の場合には、中子の内部に風船状のものを挿入して、それを膨らませることができる。

#### 【0074】

なお、外型を基材に直接接触させて使用する場合、外型と構造体となるFRPとの離型性を向上させるために、FRPと外型の間に、離型材を挿入しておくことが好ましい。離型材としては、テフロン製のフィルムや、テフロンラバー、シ

リコンラバーなどがある。フィルムの場合、中子の外形は目的とする中空FRP構造体とほぼ同型となるが、シリコンラバーのように半固体の場合には、中子は必ずしも目的とする構造体に似る必要はなく、より低コストの単純な形状として、半固体に目的とする構造体の形状を付与しておくことができる。半固体状物は変形量が大きいので、例えば突起があるなど多少複雑な形状であっても、構造体を損傷させないで、取り除くことができる。また、半固体状物は離型処理を施して再使用することもできる。

## 【0075】

中子の外面に基材を配する際に、基材の強化繊維が中空中子の周囲の2周以上に亘って延びていると、中空中子からの圧力がその強化繊維のみに集中してしまい、構造体全体に圧力が均一に行きわたりにくい。その結果、FRP構造体が所望の形状、寸法に成形されなかったり、気泡の排出や樹脂の拡散が不十分になってFRP構造体の特性が十分発現しなかったりする場合がある。したがって、強化繊維が中空中子の周囲の2周以上、すなわち中空FRP構造体の内部空間の周囲の2周以上にわたって連続して延びないように配することが好ましい。

## 【0076】

基材を配する方法は任意であるが、本発明の中空FRP構造体は立体形状を有するため、作業中に基材の位置がずれたり、脱落したりするのを防止するために、基材保持材を使用することが好ましい。基材保持材としては、コの字型、Cの字型などのフックタイプのものや、接着剤あるいは粘着剤タイプのものなど、種々のものが使用できる。フックタイプの場合、その材質は金属、樹脂、FRP等が使用できるが、適当な樹脂を用いれば、FRP構造体の成形工程で加熱することにより実質的に消失させて、FRP構造体の特性に悪影響を与えないようにすることもできる。また、金属製の保持材を使用すると、保持材が適切な数用いられたか否かの検査、あるいは保持材が成形中に位置ずれしなかったか否かの判断を超音波やX線、金属検知器などにより行うことができる。勿論、金属以外の樹脂等も使用でき、その場合には成形後に溶出しないように選定しておくことも差し支えない。

## 【0077】

さらに、基材の保持方法として、磁力を利用する方法も生産効率が高く、生産現場の環境上も好ましい。具体的には、中空中子の内面に配した金属などの磁性体や磁石（磁性体と磁石の詳細は前出参照）と基材外面に配した金属や磁石との磁力により基材と中子を固定する方法、あるいは、中空あるいは中実中子の内部に混入あるいは挿入された磁性体あるいは／および磁石と基材の外側に配した磁性体あるいは／および磁石との間に作用する磁力により中子に基材を保持・固定するやり方である。磁性体や磁石の形状は任意であるが、帯状とすれば比較的広い範囲で基材を緩まず固定することができるし、スポット状とすれば部分的に強固に固定できる。フレーム状とすれば、フレーム状で固定することができる。

【0078】

磁力を利用した基材の固定法は一旦固定した箇所を、基材の構造を乱さずに容易に非固定にできるという特長も有する。磁力により固定したままで、磁性体あるいは磁石を移動させることで、基材に作用する張力を調整することもできる。

【0079】

基材の固定だけでなく、前出の中子の変形、発熱とも関係して、中子自体に磁性体や磁石が混入あるいは／および挿入されていることは、非常に好ましい。

【0080】

成形後に中子は取り外してもよいし、一部または全部を構造体の一部として残してもよい。中子が中空であることにより、取り外す場合も内側から容易に引き剥がすことができ、また取り外さずに残す場合にも構造体の内部空間は所望の形状に保たれる。また、中子を剥がしたい箇所に、離型処理を施したり、テフロンなどの離型フィルムを挿入したりしてもよい。

【0081】

中空中子の外側に設けられた溝により、気泡の排除および樹脂の拡散が効率的に行われ、大型でしかも強度や剛性に優れた構造体を得られる。また、この溝により、成形後の中空FRP構造体に強度や剛性を更に高めるためのリブを付与することもできる。

【0082】

本発明の中空FRP構造体成形用中子は、各種の中空構造体の製造方法によっ



て製造することができるが、なかでもいわゆるブロー成形によって、所望の形状、厚さに効率的に製造することができる。ブロー成形に用いる外型にリブ状の形状を付与することによって、中子外面の溝も容易に形成することができる。

#### 【0083】

中子の材質は特に限定されないが、ブロー成形に適したポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、PVC、PPO（ポリフェニレンエーテル）等の熱可塑性樹脂が好ましい。中でも、ガラス繊維を含有するポリプロピレンは中子の剛性が著しく高くできるので、基材の積層、中子のハンドリング性が容易で好ましい。この場合、適切なガラス繊維の量は体積含有率で1%～30%。ガラス繊維の長さは重量平均で0.1mm～100mm程度である。また、外型を使用する場合には、ゴムのような伸縮性に富む材料が好ましい。成形後に中子を取り去る場合には、少なくとも表面がシリコンゴムのような離型性に優れた材料であることも好ましい。

#### 【0084】

また、樹脂の硬化温度との関係では、中子の耐熱性は樹脂の硬化温度または仮硬化温度より高いことが好ましい。中でも耐熱性が樹脂の硬化温度または仮硬化温度よりも5℃以上高いと中子が樹脂硬化中または仮硬化温度に変形することが抑制できて、構造体の寸法精度が確保できるので好ましい。尚、中子の耐熱性は、JIS-K6760で測定されるピカット軟化点で定義される。

#### 【0085】

本発明の中空FRP構造体およびその製造方法によれば、従来のフィラメントワインディング法などによる回転体形状の構造体に比べ、形状の自由度が高く、3カ所以上の開口部を容易に設けることができる。輸送機器の場合、少なくとも窓、ドア作業口に相当する3つ以上の開口部があることが好ましい。容器においても、入り口、出口、作業孔あるいは、予備孔（非常孔ともいう）といった3カ所以上の開口部があることが好ましい。通常の容器の場合、出入口という2個の開口部だけでは、内部の清掃や検査ができず、不便である。なお、容器においては、3つ以上の開口部のうち、少なくとも一つの開口部は、容器の中央部に設けることが作業性上好ましい。

## 【0086】

一体に形成された開口部は、成形物を切り抜くなどの後加工を行う必要がないことから、材料が節約でき、加工の手間も省けるので、極めて低コストとなる。また、機械加工していないため、前記した端部特有の問題がなく、信頼性に優れる。また、開口部を大きくする必要がある場合には、開口部の周囲に強化繊維をより多く配して、肉厚も他の箇所より厚めにしておくことが好ましい。

## 【0087】

上記のような中子として好ましい材料としては、前述の材料のうち、木質材、プラスチック材、軽量発泡材、低融点合金、水溶性ポリマー、ガラス、石膏およびワックスが挙げられる。

## 【0088】

このうち、木質材は、加工が容易で繰り返しの使用にも耐え、軽量で耐熱性もあり好ましい。FRP成形後に取り出せるように、小さな棒状、板状、鍵状、ブロック状などに加工した木質材を積み木のように組み合わせて、中子の外形が目的とする構造体と同様の形状になるようにして使用することができる。また、上記した溝の加工も木質材の場合容易に施すことができる。

## 【0089】

プラスチック材としては、射出成形やブロー成形、回転成形、真空成形に適する熱可塑性の樹脂が最も好ましい。目的とするFRP構造体とほぼ同等の形状に、しかも中子の外面に細かな溝を低コストで形成することができる。中でもブロー成形は、生産性が高く、低コストで中子を成形することができる。また、薄肉の中子となるため、たとえ中子を取り除かなくとも成形された中空FRP構造体の内部空間を大きくできるという利点がある。構造体の大きさにもよるが、中子の厚みが0.5mm～20mm程度であれば、中子は、成形物に残留させても差し支えない。また、薄い中子は、透明性があり、FRPの樹脂の含浸状態を成形物の内部から中子を取り外さずにチェックすることができる。なお、取り外しは、はぎ取りなどにより行うことができる。水溶性ポリマー（例えば、水溶性ナイロン）を使用した場合には、水中に漬けるなどして中子を取り除くことができる。

## 【0090】

さらに、2軸延伸したブロー成形も好ましい。延伸比率は1:1~1:3の範囲が好ましい。

## 【0091】

回転成形の場合に好ましい樹脂としては、高密度ポリエチレン、中密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、架橋ポリエチレン、PVC、ポリエチレンテレフタレート、ポリアミド、ポリカーボネート、アクリル樹脂、ポリブチレン、フッソ樹脂、ポリエステル、ポリアセタール、エポキシ樹脂などである。中でも、粉体のサイズが20~100メッシュのものは、中子の厚みは均一かつ、内部構造が均質となり、加熱時や加圧時の変形が均一となって、構造体の精度が向上するので好ましい。さらに、10メッシュ以下の微粉末粒子を混入させておくと、粒子の移動を潤滑し、粉体の流れをスムーズにし、熱移動を容易にするなどの効果を有するので、均質構造の中子を得やすくなり好ましい。また、上記したポリマーのうち、メルトインデックスが2~4のポリマーは回転成形に特に好ましい。

## 【0092】

ポリエチレンは耐熱性、離型性が必要な場合に特に好ましい。尚、ポリエチレンの中でも架橋ポリエチレンは、耐熱性、耐応力腐食性に極めて優れるので好ましい。架橋のさせかたは、過酸化物で架橋させることが、耐熱性上、剛性上、衝撃特性上好ましく、中でもディキュミルパーオキサイドにより架橋度60%以上とすると、伸度が著しく向上して中子の耐衝撃性が高くなり、製造工程中に中子が衝撃損傷することが抑制できて好ましい。中子に内圧を付与する場合には、製造工程中に不用意な衝撃により生じた損傷により、加圧時にガス漏れなどが発生する可能性があるからである。

## 【0093】

回転成形は、射出成形やブロー成形に比べ低圧成形であり、設備費が易く、経済性に優れる。また、2軸以上の回転成形機を使用することで、異なる形状の中子を同時成形できるという特徴を有し、異なる中子を使用した一体構造体を製造する場合に適している。また、ブロー成形等に比較して大型の中子の成形が可能であり、構造体が大型になるほど好ましい。また、残留応力が無いので、加熱し

た際の中子の変形量が安定しており、構造体に高い精度が要求される場合に適している。また、中子の肉厚を一定にするためには、回転成形では主軸と副軸の回転比は0.8～7の間とすることが好ましい。さらに、主軸の回転速度は3～40rpmとすると均一厚みの中子を得られて好ましい。また、中子の残留熱歪みを小さくして、中子を加熱した際の変形を均一として、構造体の精度を向上させるためには、回転成形の金型は、電鍍金型あるいは鋳物金型とすることが好ましい。金型の材料は電熱性に優れる、アルミニウム合金、ニッケル、炭素鋼、ステンレス鋼が好ましい。中でも、アルミニウムとニッケルは、軽量であり、回転に要する動力が少なく好ましい。

## 【0094】

さらに、冷却速度は、中子の収縮、変形歪みなどの寸法精度、結晶化度と結晶寸法分布などの構造不均一性に直接影響するので、適切な冷却速度が要求される。冷却が遅いと、結晶の成長により密度が増大して、成形収縮が増す。冷却工程で、金型内部にガス圧を加えることで成形歪みを減少しうる。あるいは、内部を不活性ガス置換すると、酸化をほぼ完全に防止できて好ましい。

## 【0095】

回転成形に置いても、ブロー成形同様、多層構造、二重壁構造、金属インサート構造、繊維強化構造、アンダカット構造とすることが可能である。

## 【0096】

次に、軽量発泡材とは、ウレタンフォーム、ポリスチレンフォーム、ポリエチレンフォーム、ポリプロピレンフォーム、フェノールフォーム、ユリアフォーム、ポリ塩化ビニルフォーム、シリコンフォーム、エポキシフォーム、ポリイミドフォーム、ポリエステルフォーム、メラミンフォームなどの軽量発泡材のことで、見掛け比重が0.02～0.9程度のものをさす。発泡材をメス型に注入することで、ハイサイクルで中子を成形することができる。また、上記比重とすることで、成形中に変形したりすることもない。フォーム材の場合、取り外しは、機械的に擦り落とす、あるいは削り取る、あるいは、風圧や水圧で飛ばして容易に取り除くことができる。水圧の場合、 $7\text{ kg/cm}^2 \sim 20\text{ kg/cm}^2$ 程度の圧力が、FRPを損傷させる可能性が少なく好ましい。また、軽量発泡材におい

ても、成形後に必ずしも取り除く必要はなく、構造体の断熱性が必要な箇所、防音性が必要な箇所、振動吸収性が必要な箇所、耐衝撃性が必要な箇所ではむしろ、中子を残しておくことが好ましい（つまり、中子を内貼り材相当部材として残すことができる）。より好ましくは、残すことを前提として、目標とする断熱性、防音性、振動特性、衝撃特性が達成されるように、中子の発泡材の材料、厚み等を事前に選定しておくことが好ましい。勿論、中子に炭化カルシウムやシリカ粒子などのフィラーや繊維などの補強材を添加しておいても差し支えない。

## 【0097】

低融点合金の中子は、再利用できるので好ましい。ビスマス、鉛、スズ、亜鉛、カドミウムなどを主成分とする融点が40℃～200℃程度の合金のことで、比重が7～11程度のものである。FRPの樹脂が熱硬化性樹脂の場合、中子には耐熱性が必要であり、FRPの硬化温度を高くするという観点から低融点合金の融点は80℃以上200℃以下の範囲内であることが好ましい。さらに、作業の安全面を考慮すると、最も好ましいのは、80℃～140℃の範囲内である。また、低融点合金も一部を取り除かず、FRPと一体化させておくことで、ネジ山が立てられたり、溶接やろう付けができるという利点がある。特にFRPが薄肉の場合、ネジやリベット、ピン、釘などが利用できず、FRPの裏側に金属材があることで、いわゆる金属加工が可能となる。

## 【0098】

ガラス製の中子は、成形は難しいが、透明であるため、上記したプラスチックの中子と同様、FRPの成形状態がチェックできるので好ましい。取り出しは割って出す。再使用（リサイクル）が可能であり環境に優しく、耐熱性もある。

## 【0099】

石膏の中子は低コストであり、極めて高い耐熱性があるが好ましい。中子の強度を高くするためには、重ね塗りしたものが好ましい。天然材料であるため、環境に優しい。

## 【0100】

ワックス（蠟）の中子は、低融点合金と同様、加熱して取り出すことができる。天然の蠟は環境に優しい。また、容易に形状を変形、修正することができる。

## 【0101】

前記したように、基材を中子に保持する目的や、中子、基材、樹脂を加熱する目的で、これら中子材料中に、磁性体あるいは磁石を混入しておくことも好ましい。

## 【0102】

さて、本発明に係る中空FRP構造体は、開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空FRP構造体であって、構造体形状が非回転体形状であるもの、あるいは、開口部が少なくとも3つあるものであり、具体的には、たとえば、次のような中空構造体に適用できる。図1～図6に具体的な実施例を示す。

## 【0103】

図1は、両端部に開口部2、3、中央部に窓またはドア用の開口部4を有する、輸送機器（たとえば、小型飛行機、レース用自動車など）用の中空FRP構造体1を示しており、開口部2、3の最大幅よりも大きな内部最大幅を有している。また、開口部も少なくとも4つ設けられている。

## 【0104】

図2は、開口部12、13、14、15を有する、自動車用のモノコックボディを構成する中空FRP構造体11を示している。従来のモノコックボディと異なっていて、フロア部まで一体に成形されており、中空FRP構造体11を構成している。

## 【0105】

図3は、少なくとも前部開口部22、前部窓用開口部23、ドア用開口部24、側部窓用開口部25を有する、比較的大型の旅客機など用の航空機の外殻体を構成する中空FRP構造体21を示している。

## 【0106】

図4は、少なくとも前部開口部32、前部窓用開口部33、ドア用開口部34、側部窓用開口部35、後部開口部36を有する、高速鉄道用の車両の外殻体を構成する中空FRP構造体31を示している。

## 【0107】

図5は、各部に開口部42～49を有する、小型あるいは中型の船舶、ボート

のボディを構成する中空FRP構造体41を示している。少なくとも前部窓部の枠体部で中空構造が構成されている。本発明の中空FRP構造体は、このように、比較的大きな開口部46を有するものまでに、展開可能である。

#### 【0108】

図6は、少なくとも2つの開口部52、53を有する、容器体を構成する中空FRP構造体51を示している。このような中空FRP構造体51は、たとえば、燃料タンクや各種液体容器、各種ガス用（高圧）容器などに適用できる。

#### 【0109】

図7、図8は、上記図1に示した中空FRP構造体1を例にとって、製造方法の具体例を示している。

#### 【0110】

図7に示す方法においては、表面に溝62、各部に開口部63、64、65を有する中空中子61を形成し（A）、この中子61の表面に強化繊維基材66を配し（B）、全体をバッグ70で覆い、真空吸引路67を介しての真空引きにより樹脂68を注入路69を介して注入し（C）、注入された樹脂を中子61の溝62を利用して基材66の表面に拡散させるとともに基材66中に含浸させ、樹脂を硬化させて所定形状の中空FRP構造体1を成形する。

#### 【0111】

上記成形では、いわゆる真空バッグ法により中空FRP構造体1を成形したが、図8に示すように、外型81、82を用いて成形することもできる。図8に示した外型は、型81、82の2分割構成としているが、必要に応じてさらに分割してもよい。

#### 【0112】

##### 【実施例】

##### （実施例1）

内面にリブ形状を有する型を用いて、ブロー成形により、ポリエチレンテレフタレート製のモノコックボディ成形用中空中子を作製した。中子の全長は4.5m、全幅は1.4m、全高は1.1mであり、殻厚さは1～3mmとした。また中子外面には、型のリブ形状によって、幅1～13mm、深さ5～10mmの溝

が形成された。

【0113】

次に、この中空中子の内部に水を封入してつぶれにくくした後、PAN系炭素繊維およびガラス繊維を平織りとした基材を、外側にかぶせた。基材は、中子形状に沿うように、また、ボデーのドアや窓にあたる6箇所の開口部にはみ出さないように、適宜切断したものを組み合わせ、半硬化状エポキシ樹脂をベースとした基材保持材を用いて固定した。なお、PAN系炭素繊維としては引張強度4.9GPa、引張弾性率235GPa、フィラメント数2,400本のものを用いた。

【0114】

次に、基材を配した中子全体をバッグフィルムで覆った。バッグフィルムは、ナイロンとポリエチレンの2層構造ハイブリッドフィルムを用い、基材と接する内側がポリエチレンとなるようにした。

【0115】

次に、バッグフィルムを、2箇所の2ノズル部を残し完全にシールして全体を金属製外型の中に入れた。外型を型締めしながら、バッグフィルムのノズルのうちの一つからバッグ内を真空引きした。その状態で、ノズルのうちもう一つから、未硬化のエポキシ樹脂を導入した。樹脂導入後中子内部の水を抜き外型ごと硬化炉に入れ、130℃で2時間保持して樹脂を硬化させた。

【0116】

成形された中空FRP構造体を外型およびバッグフィルムから取り出し、客室部についてのみ中子を剥がし、モノコックボデーとした。

【0117】

製造されたモノコックボデーは、設計通りのリブ付き形状で所定の強度、弾性、軽さを有するものであった。さらに、外面は平滑で、研磨等の二次加工は、ごく一部を除いて必要なかった。また、断面観察により求めたボイド量は0.5%であった。

(実施例2)

カルーセル型の回転成形機にセットしたニッケル合金製金型(長さ1m、直径



60 cm、厚み 2 mm のボンベ形状) 中に、架橋ポリエチレン (メッシュサイズ 35、架橋剤はディキュミルパーオキサイド) 粉体を仕込み、金型内部を窒素置換して、温度 260℃ で 20 分間回転 (主軸の回転速度 20 rpm、副軸の回転速度 15 rpm) し、空気吹き付け 5 分、水噴射 7 分、さらに 2 分の空気吹き付けの冷却工程を経て、ボンベ形状の中空中子を得た。DSC により求めた架橋度は 80%。伸度は 200% であった。

## 【0118】

本中子を 2℃/min で昇温していったところ、中子は均一に変形した。また、中子に 1.1 kg/cm<sup>2</sup> の圧空を充填したところ、さらに中子は均一に変形した。

## 【0119】

また、本中子は、半透明状であり、内部に光源をいれて照射したところ、気泡や割れなどの欠陥が無いことが容易に判定できた。

## 【0120】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の中空 FRP 構造体によれば、輸送機器や各種形状の容器などとして好適に使用できる構造を有し、軽量かつ高強度、高弾性率という FRP の特徴を最大限活かすことのできる中空 FRP 構造体を得ることができる。

## 【0121】

また、本発明に係る中空 FRP 構造体の製造方法ならびに成形用中子によれば、このような望ましい中空 FRP 構造体を、効率よく安価に、かつ大型のものにあっても容易に製造することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の一実施例に係る中空 FRP 構造体の斜視図である。

## 【図 2】

本発明の別の実施例に係る中空 FRP 構造体の斜視図である。

## 【図 3】

本発明のさらに別の実施例に係る中空 F R P 構造体の斜視図である。

【図 4】

本発明のさらに別の実施例に係る中空 F R P 構造体の斜視図である。

【図 5】

本発明が適用可能な中空 F R P 構造体の例を示す斜視図である。

【図 6】

本発明のさらに別の実施例に係る中空 F R P 構造体の斜視図である。

【図 7】

図 1 の中空 F R P 構造体の製造方法の一例を示す概略構成図である。

【図 8】

図 1 の中空 F R P 構造体の製造方法の別の例を示す概略構成図である。

【図 9】

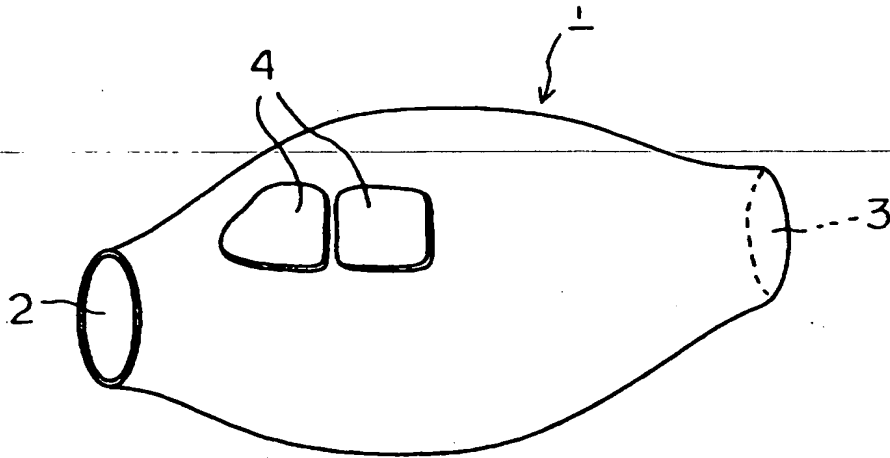
本発明の中空 F R P 構造体における、スティフナー状内貼り材を有する断面構成例を示す斜視図である。

【符号の説明】

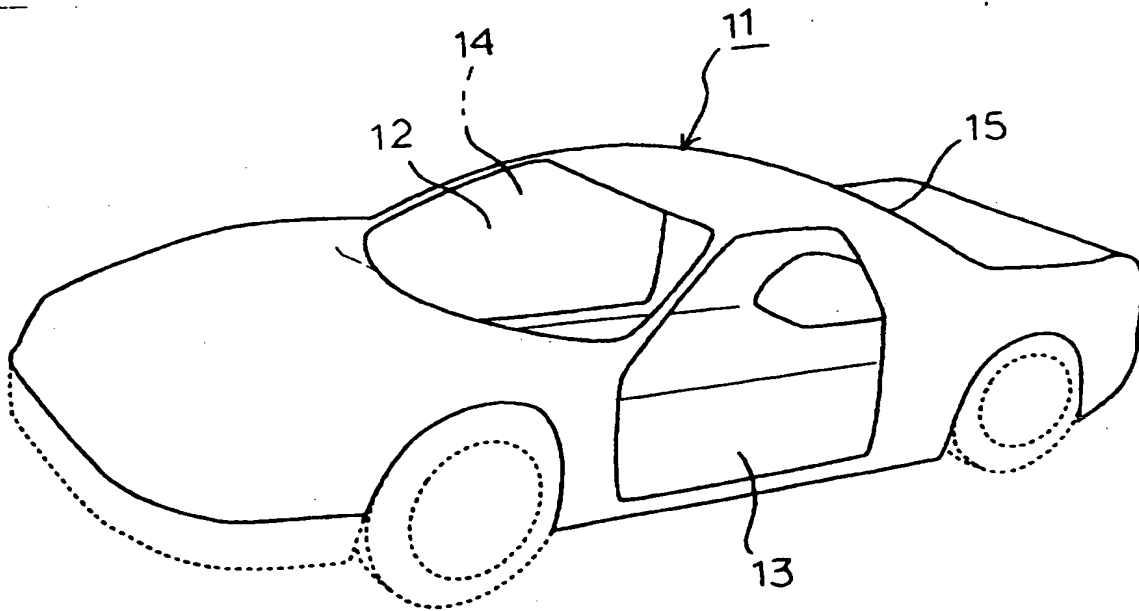
- 1、1 1、2 1、3 1、4 1、5 1 : 中空 F R P 構造体
- 2、3、4、1 2、1 3、1 4、1 5、2 2、2 3、2 4、2 5、3 2、3 3、3 4、3 5、3 6、4 2、4 3、4 4、4 5、4 6、4 7、4 8、4 9、5 2、5 3、6 3、6 4、6 5 : 開口部
- 6 1 中子
- 6 2、9 1 : 溝
- 6 6、9 2 : 強化繊維基材
- 6 7 : 真空吸引路
- 6 8 : 樹脂
- 6 9 : 注入路
- 7 0 : バッグ
- 8 1、8 2 : 外型
- 9 3 : コア材
- 9 4 : スティフナー状内貼り材

【書類名】 図面

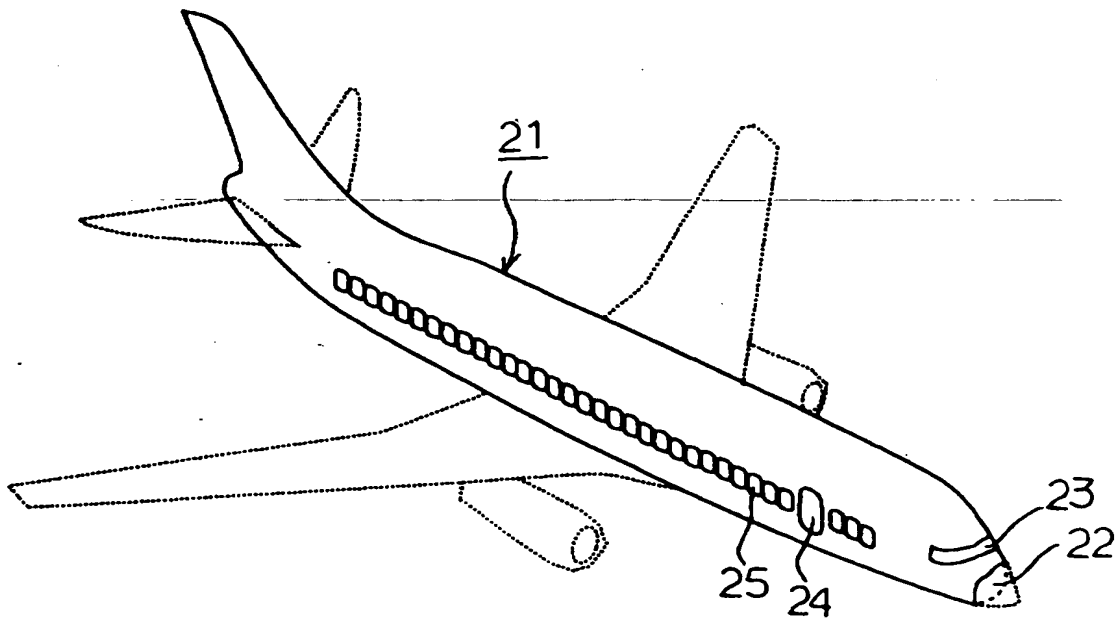
【図 1】



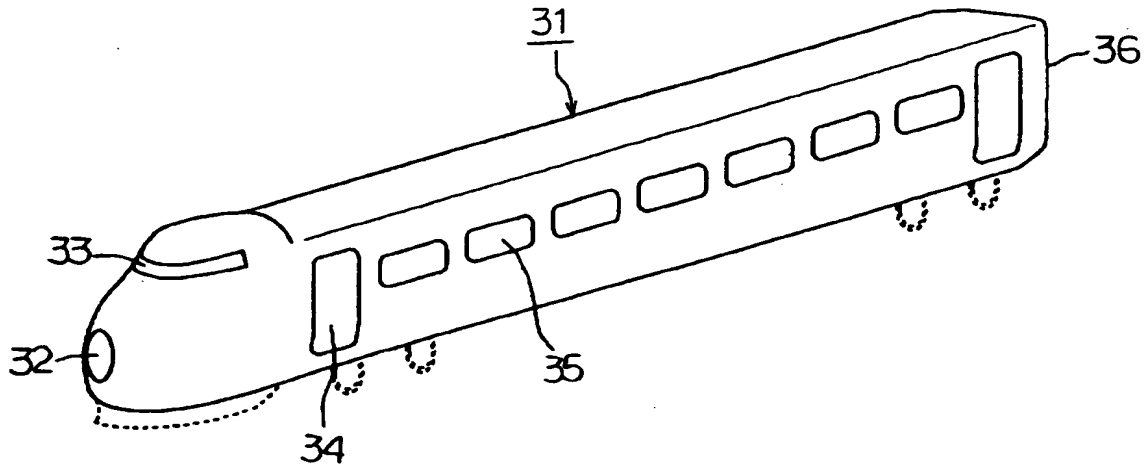
【図 2】



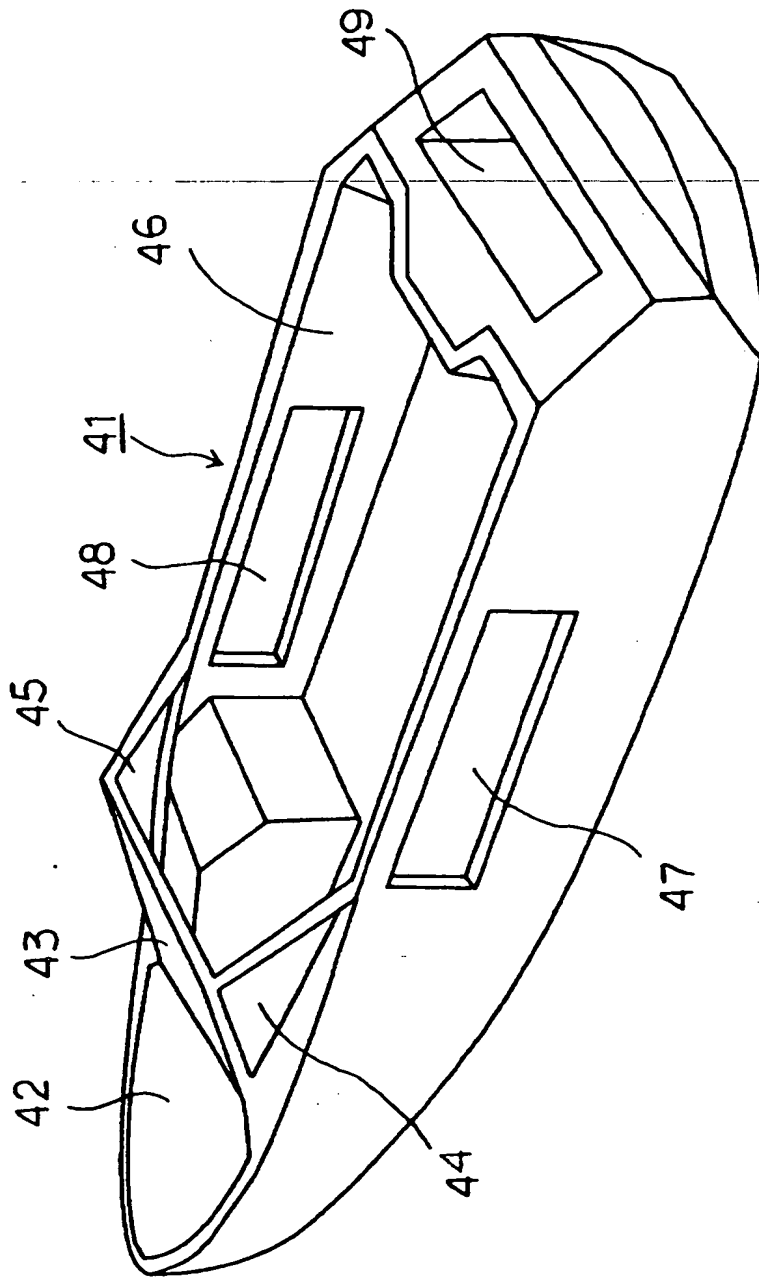
【図 3】



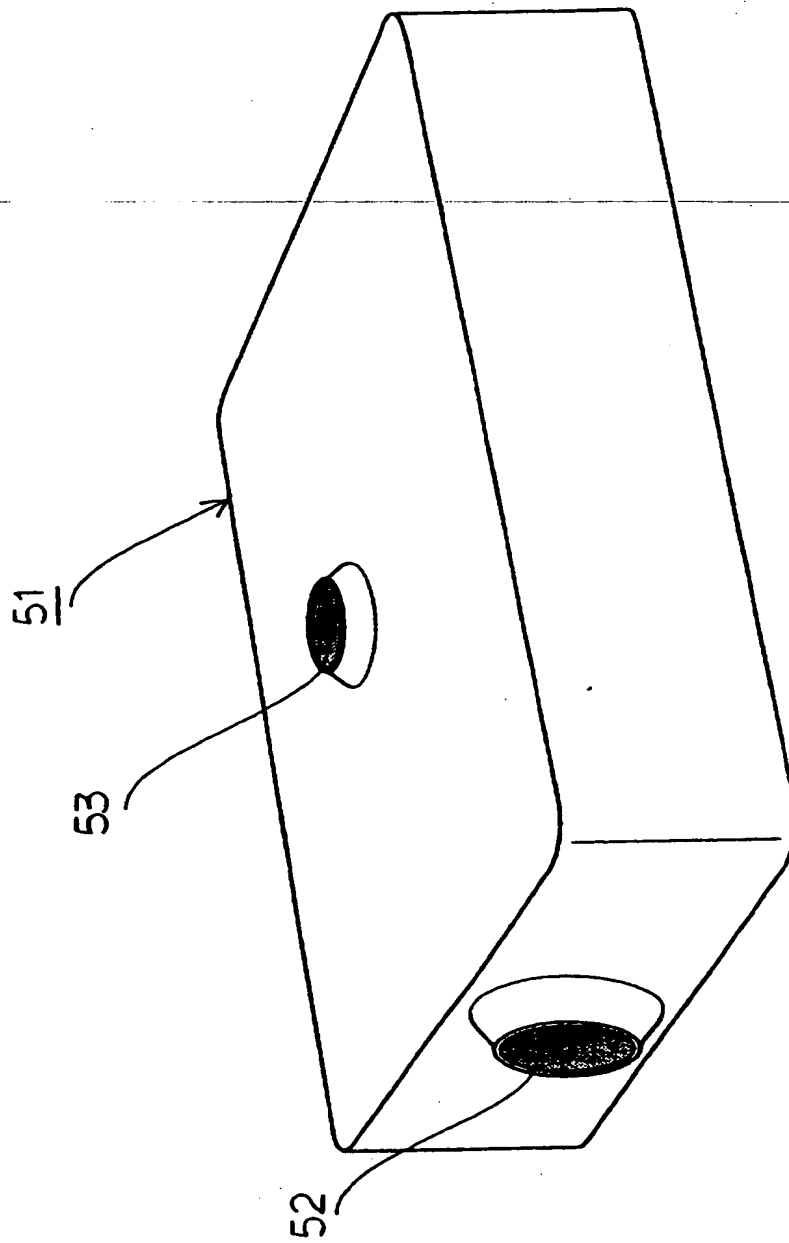
【図 4】



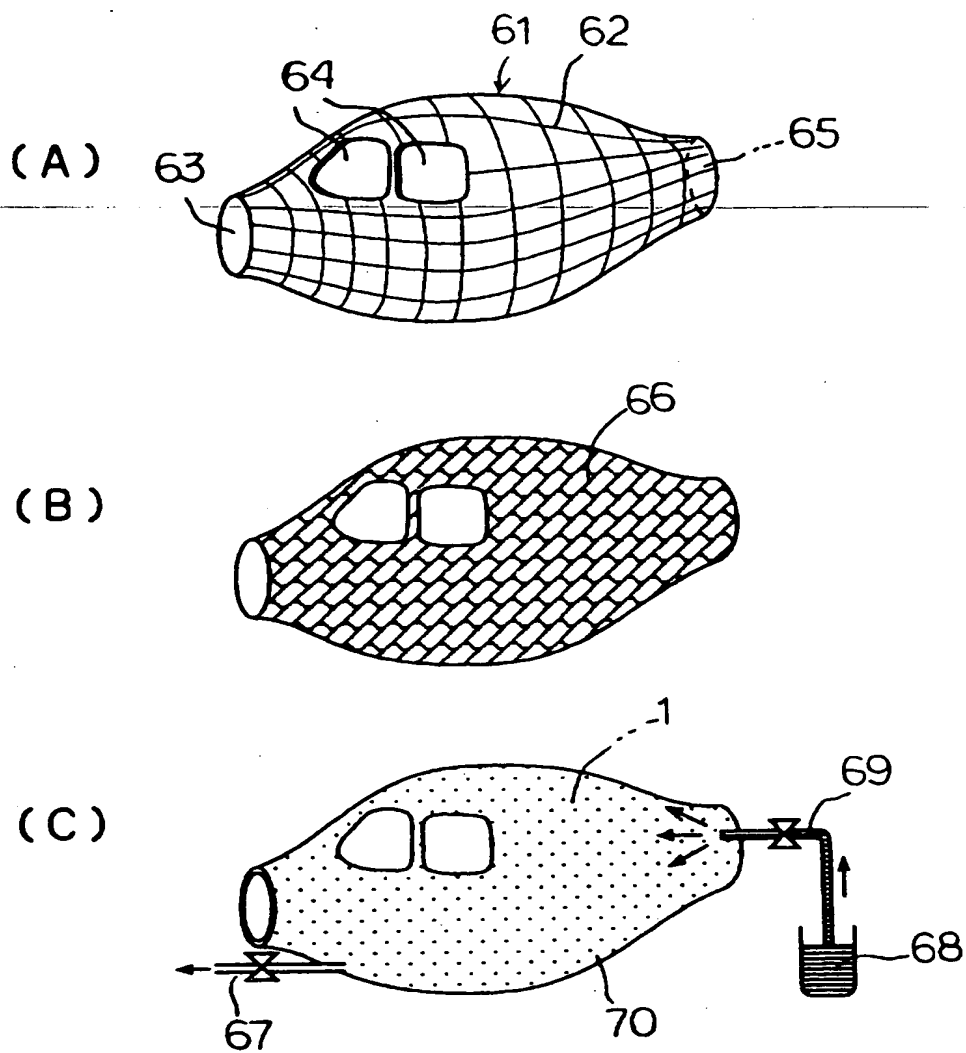
【図 5】



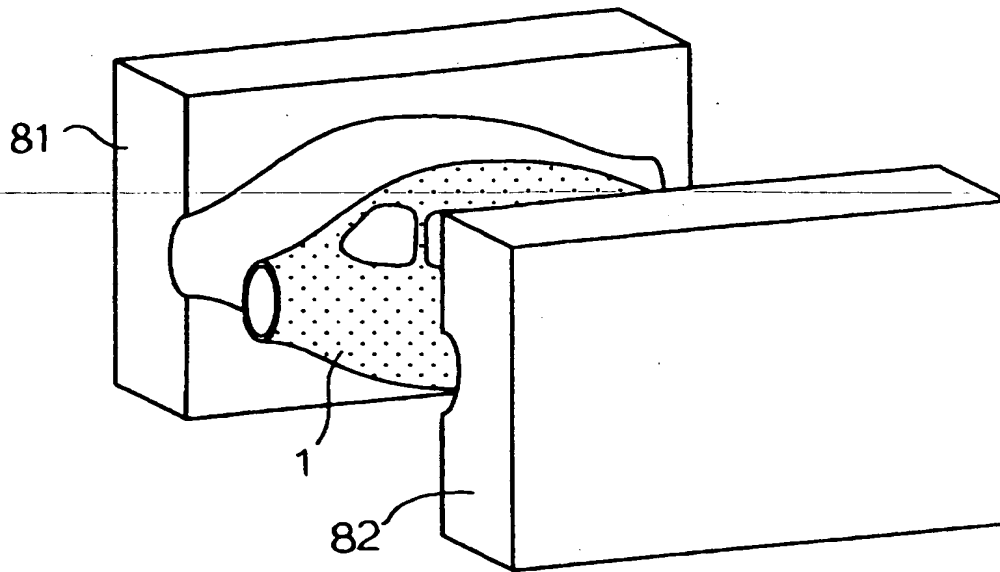
【図 6】



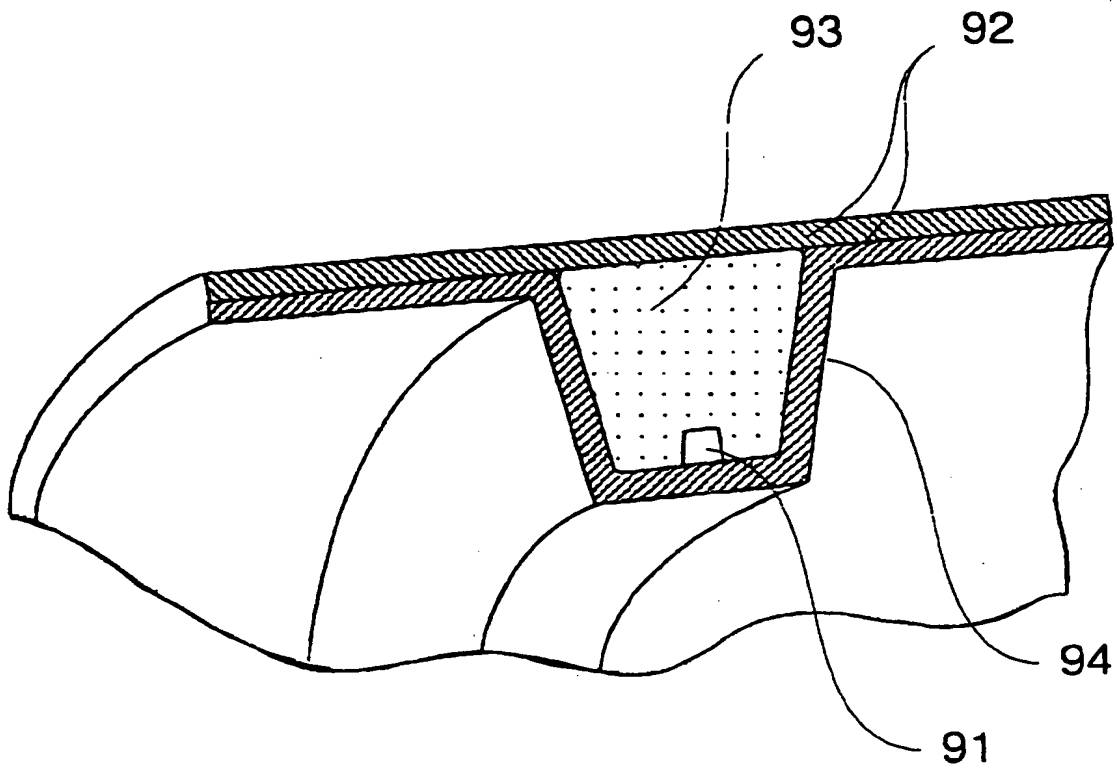
【図7】



【図8】



【図9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内部の大きさに対して開口部が比較的小さく、航空機や自動車等の輸送機器や、容器などとして好適に用いられる、軽量、高強度の中空 F R P 構造体およびそれを効率よく製造する方法ならびにその製造に適した成形用中子に関する。

【解決手段】 開口部の最大幅よりも大きな内部最大幅を有する中空 F R P 構造体であって、構造体形状が非回転体形状であることを特徴とする中空 F R P 構造体。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003159]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号
氏 名	東レ株式会社